

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-271695

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl. H02J 7/00
 B60L 3/00
 G01R 27/02
 // G01R 31/36

(21)Application number : 09-075034

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 27.03.1997

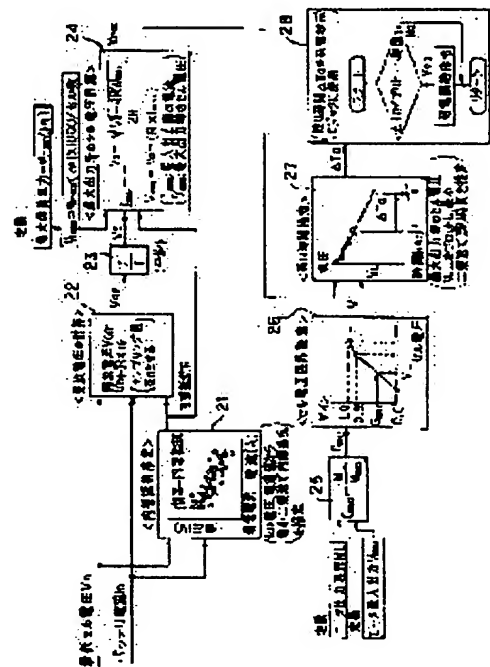
(72)Inventor : HANDA KAZUNARI
 KOGA HISAMITSU

(54) BATTERY RESIDUAL CAPACITY DETECTOR AND GENERATION CONTROLLER OF HYBRID ELECTRIC CAR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a battery residual capacity detector which can detect a battery residual capacity more accurately than a conventional residual capacity meter and to provide a generation controller of an electric car which can start generation at a proper time without deteriorating the dynamic performance of a motor by applying the battery residual capacity detector.

SOLUTION: In accordance with a battery current I_n and the lowest cell voltage of a battery V_n , the internal resistance R and open voltage V_0 of the corresponding cell are obtained and a battery voltage V_{max} which is necessary when the motor outputs a maximum power is obtained in accordance with the internal resistance R and the open voltage V_0 . Then a remaining time ΔT_a (equivalent to a battery residual capacity) until the battery voltage V_{max} is lowered to a voltage limit V_L is estimated when the motor keeps on outputting the maximum power in accordance with the battery voltage V_{max} and an engine is driven to start generation in accordance with the remaining time ΔT_a .



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A battery-residual-capacity sensing device comprising:

A current detecting means which detects battery current.

A voltage detection means which detects battery voltage.

An internal resistance estimation means which presumes internal resistance of a battery based on battery current detected by said current detecting means, and battery voltage detected by said voltage detection means.

An open-circuit-voltage calculating means which calculates open circuit voltage of a battery based on said internal resistance presumed by battery current detected by said current detecting means, battery voltage detected by said voltage detection means, and said internal resistance estimation means, A voltage calculating means which calculates required battery voltage based on said internal resistance presumed by said internal resistance estimation means, and said open circuit voltage calculated by said open-circuit-voltage calculating means when supplying the maximum dissipation to load of a battery, A residual time estimation means which presumes residual time when maximum dissipation supply is continued based on battery voltage calculated by this voltage calculating means, until battery voltage falls to prescribed voltage.

[Claim 2] A motor for driving of vehicles.

A battery which supplies electric power to this motor, a dynamo which charges this battery, and an engine which drives this dynamo.

A current detecting means which is a power generation controller of a hybrid electric vehicle provided with the above, and detects battery current, An internal resistance estimation means which presumes internal resistance of a battery based on a voltage detection means which detects battery voltage, and battery current detected by said current detecting means and

battery voltage detected by said voltage detection means, An open-circuit-voltage calculating means which calculates open circuit voltage of a battery based on said internal resistance presumed by battery current detected by said current detecting means, battery voltage detected by said voltage detection means, and said internal resistance estimation means, A voltage calculating means which calculates battery voltage required at the time of the motor maximum output based on said internal resistance presumed by said internal resistance estimation means, and said open circuit voltage calculated by said open-circuit-voltage calculating means, It has a residual time estimation means which presumes residual time when continuing taking out the motor maximum output based on battery voltage calculated by this voltage calculating means, until battery voltage falls to prescribed voltage, Said engine is driven based on said residual time presumed by this residual time estimation means, and power generation is started.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention is applied, when internal resistance is comparatively small like a lithium ion battery, and it seldom changes but it detects the remaining capacity of a highly efficient battery correctly about a battery-residual-capacity sensing device and the power generation controller of a hybrid electric vehicle, and it is useful.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the hybrid electric vehicle, it has a motor for driving of vehicles, and a battery which supplies electric power to this motor, and has the dynamo which charges the battery when the remaining capacity of this battery has fallen, and the engine which drives this dynamo. And in various kinds of electromobiles including such a hybrid electric vehicle. It is important to detect which the back can continue running, before charging a battery, Based on this detection result, in an electromobile, a battery is charged in a charge institution at a suitable stage, power generation will be started at a suitable stage and a battery will be charged in a hybrid electric vehicle.

[0003]Conventionally, in the hybrid electric vehicle, the power generation start stage was determined by the two methods of the method of being based on the battery-residual-capacity surveillance by a residual capacity meter for battery, and the method of being based on motor output surveillance. The explanatory view of the way drawing 3 determines a power generation start stage based on the battery-residual-capacity surveillance by a remaining capacity meter, and drawing 4 are the explanatory views of the method of determining a power generation start stage based on motor output surveillance.

[0004]A remaining capacity meter makes 100% battery capacity at the time of the full charge by external charge, deducts the integrated value (Ah) of battery current (discharge current) from capacity (ampere hour: Ah) this 100%, and battery residual capacity is calculated. With

and the power generation start stage deciding method based on the battery-residual-capacity surveillance by this remaining capacity meter. When will start power generation and a battery will be charged, if the battery residual capacity calculated with a remaining capacity meter falls with progress of time and reaches predetermined power generation start capacity as shown in drawing 3, battery residual capacity increases after that and predetermined power generation stop capacity is reached, it is the method of suspending power generation.

[0005]With the power generation start stage deciding method based on motor output surveillance. When the ratio of the directions output to a motor and the actual output of a motor is calculated and this ratio turns into below a setting-out ratio, as shown in drawing 4, Plot two or more actual outputs of the motor used for said ratio operation to a time series (flake in drawing 4), and approximate these plot data with the least square method (solid line in drawing 4), and. From time T_4 in the intersection of this approximated solid line and the output limit (dotted line in a figure) of a motor. It is the method of deducting time T_3 when the newest actual output of a motor is plotted, presuming residual time ΔT_b until a motor output reaches an output limit, and determining a power generation start stage based on this residual time ΔT_b .

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the power generation start stage deciding method based on the battery-residual-capacity surveillance by the above-mentioned remaining capacity meter. Since it is easy to produce a difference between the battery residual capacity calculated with the remaining capacity meter, and actual battery residual capacity, Since actual battery residual capacity falls greatly and cannot fully raise the directions output to a motor by torque control mentioned later before the battery residual capacity calculated with the remaining capacity meter results in power generation start capacity, it may result in run impossible.

[0007]That a difference arises between the battery residual capacity calculated with the remaining capacity meter and actual battery residual capacity, It is thought that remaining capacity with a actual battery and the integrated value of the battery current detected with the battery terminal are because it does not necessarily correspond since a battery generates electromotive force by a chemical reaction, A difference arises between the battery residual capacity calculated with the remaining capacity meter, and actual battery residual capacity by repeating the charge and discharge of a battery especially by charge to the battery by generating of large current discharging, the operation of a dynamo, and the regenerative braking (dynamo operation of a motor) of the motor in a downward slope etc. Also when battery residual capacity falls by degradation of a battery, a difference arises between the battery residual capacity calculated with the remaining capacity meter, and actual battery

residual capacity.

[0008]In the power generation start stage deciding method based on the above-mentioned motor output surveillance, since it is necessary to carry out torque control of a motor according to battery voltage in order to prevent the overdischarge of a battery, and it is necessary to reduce a motor output, the power performance of a motor will decline.

[0009]Namely, if it is going to generate the maximum output, without carrying out torque control in the state where battery voltage may fall greatly early and battery voltage fell in this way rather than a motor output results in an output limit depending on a battery, Since the battery itself has the capability to supply the maximum dissipation, there is a possibility of battery voltage falling rather than operating lower limit voltage, serving as overdischarge, and causing damage to a battery.

[0010]Then, in order to prevent this situation, battery voltage is supervised in the field which can generate the maximum output, If this battery voltage falls rather than predetermined voltage under pulse condition, torque control will be carried out according to battery voltage, The maximum of the directions output to a motor was reduced, and after making it not take out the motor output beyond the output restricted although the accelerator pedal 7 was stepped on to the limit, residual time T_f had to be presumed. For this reason, the power performance of a motor is made to decline like the above-mentioned.

[0011]Therefore, it makes into the 1st technical problem for this invention to provide the battery-residual-capacity sensing device which can detect battery residual capacity more correctly than the conventional remaining capacity meter in view of the above-mentioned conventional technology, Let it be the 2nd technical problem to provide the power generation controller of the hybrid electric vehicle which can start power generation at an accurate stage without reducing the power performance of a motor with the application of this battery-residual-capacity sensing device.

[0012]The "battery remaining capacity meter" is indicated by JP,6-34727,A published previously. When judged with the conditions of the discharge current of a cell (battery) being detected, and this discharge current being beyond a predetermined value, and increasing being satisfied, this battery remaining capacity meter, Although it is a means effective in what computes battery residual capacity based on the map in which the remaining capacity to the discharge current at that time and discharge voltage, the discharge current established beforehand, and discharge voltage is shown, and internal resistance increases comparatively greatly by discharge like a lead battery, It is considered by that which falls comparatively linearly [battery voltage (open circuit voltage)] by discharge like a lithium ion battery for this invention to be effective.

[0013]

[Means for Solving the Problem]This invention which solves the 1st technical problem of the

above is characterized by a battery-residual-capacity sensing device comprising the following.

A current detecting means which detects battery current.

A voltage detection means which detects battery voltage.

An internal resistance estimation means which presumes internal resistance of a battery based on battery current detected by said current detecting means, and battery voltage detected by said voltage detection means.

An open-circuit-voltage calculating means which calculates open circuit voltage of a battery based on said internal resistance presumed by battery current detected by said current detecting means, battery voltage detected by said voltage detection means, and said internal resistance estimation means, A voltage calculating means which calculates required battery voltage based on said internal resistance presumed by said internal resistance estimation means, and said open circuit voltage calculated by said open-circuit-voltage calculating means when supplying the maximum dissipation to load of a battery, A residual time estimation means which presumes residual time when maximum dissipation supply is continued based on battery voltage calculated by this voltage calculating means, until battery voltage falls to prescribed voltage.

[0014]A power generation controller of a hybrid electric vehicle of this invention which solves the 2nd technical problem of the above, A motor for driving of vehicles, a battery which supplies electric power to this motor, and a dynamo which charges this battery, A current detecting means which is a power generation controller of a hybrid electric vehicle provided with an engine which drives this dynamo, and detects battery current, An internal resistance estimation means which presumes internal resistance of a battery based on a voltage detection means which detects battery voltage, and battery current detected by said current detecting means and battery voltage detected by said voltage detection means, An open-circuit-voltage calculating means which calculates open circuit voltage of a battery based on said internal resistance presumed by battery current detected by said current detecting means, battery voltage detected by said voltage detection means, and said internal resistance estimation means, Based on battery voltage calculated based on said internal resistance presumed by said internal resistance estimation means, and said open circuit voltage calculated by said open-circuit-voltage calculating means by voltage calculating means which calculates battery voltage required at the time of the motor maximum output, and this voltage calculating means, When continuing taking out the motor maximum output, it has a residual time estimation means which presumes residual time until battery voltage falls to prescribed voltage, and said engine is driven based on said residual time presumed by this residual time estimation means, and power generation is started.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail based on a drawing.

[0016] The outline lineblock diagram of the hybrid electric vehicle provided with the power generation controller which drawing 1 requires for an embodiment of the invention, and drawing 2 are the block diagrams showing the composition of said power generation controller.

[0017] As shown in drawing 1, the battery 1 is carried in the hybrid electric vehicle, and the battery 1 is electrically connected to the motor 3 via the motor controller 2. The motor 3 is connected with the driving wheel of the vehicles which are not illustrated. Therefore, electric power is supplied to the motor 3 via the motor controller 2 from the battery 1, thereby, the motor 3 rotates a driving wheel and this hybrid electric vehicle runs. The directions output to the motor 3 is set up by the accelerator opening outputted from the accelerator opening sensors 8 according to the amount of treading in of the accelerator pedal 7 by a driver, and the output of the motor 3 is controlled by the motor controller 2 based on this directions output.

[0018] The dynamo 10 which supplies electric power to the battery 1 and the motor 3, and the engine 9 which drives this dynamo 10 are carried in this hybrid electric vehicle. Therefore, if the remaining capacity of the battery 1 falls, the engine 9 will be put into operation at a suitable stage (detailed after-mentioned), power generation of the dynamo 10 will be started, and the battery 1 will be charged. The engine water jacket 13 is formed in the engine 9, and the catalyst device 17 which purifies exhaust gas, and the heating apparatus (electric heater etc.) 15 which heat the catalyst of this catalyst device 17 are formed in the exhaust system of the engine 9.

[0019] And the power generation controller concerning this embodiment provided with the current detection machine 11, the voltage detection circuits 12, and the control device 6 is further formed in this hybrid electric vehicle.

[0020] In the current detection machine 11, battery current (discharge current outputted to motor 3 from battery 1) I_n is detected, and this detected battery current I_n is outputted to the control device 6.

[0021] In the voltage detection circuits 12, the terminal voltage of each cell which constitutes the battery 1 is detected, and minimum cell voltage V_n is chosen from two or more of these detected cell voltage, and this minimum cell voltage V_n is outputted to the control device 6. The minimum unit which the battery 1 comprises two or more modules, and each module comprises two or more cells, and constitutes the battery 1 is a cell.

[0022] In the control device 6, the power generation start stage of the dynamo 10 is determined based on battery current I_n inputted from the current detection machine 11, minimum cell voltage V_n inputted from the voltage detection circuits 12, and various kinds of constants set

up beforehand. Hereafter, based on drawing 2, the contents of processing in this control device 6 are explained in detail.

[0023]As shown in drawing 2, in the control device 6, the internal resistance R of the cell concerned is first presumed in the internal resistance estimating part 21 based on battery current I_n and minimum cell voltage V_n which were detected during the run by the current detection machine 11 and the voltage detection circuits 12.

[0024]Namely, n battery current I_n and minimum cell voltage V_n are sampled with a predetermined sampling period. These plot data is approximated with the least square method (solid line in a figure), and let inclination of this approximated solid line be the internal resistance R of the cell concerned, after plotting n data showing the relation between these battery current I_n and minimum cell voltage V_n (flake in a figure). That is, since the voltage drop by the internal resistance R will increase and minimum cell voltage V_n will fall if battery current I_n increases, in the relation between battery current I_n and minimum cell voltage V_n , like a graphic display, the lower right serves as the characteristic of ** and this inclination will express the internal resistance R.

[0025]Then, in the open-circuit-voltage operation part 22, open-circuit-voltage V_{on} of the cell concerned is calculated by (1) type from the internal resistance R presumed by the internal resistance estimating part 21, said n battery current I_n , and minimum cell voltage V_n . That is, the voltage drop ($R \times I_n$) by the internal resistance R is added to minimum cell voltage V_n , and it is asked for open-circuit-voltage V_{on} . The open circuit voltage of a cell is cell-terminals voltage (it is equivalent to the electromotive force of a cell) when load is not applied to the cell (battery 1) (when the motor 3 has stopped). If load is applied to a cell (battery 1), battery current (load current) I_n according to a motor output will flow (if the motor 3 is rotated), and cell-terminals voltage falls rather than open circuit voltage by the voltage drop ($I_n \times R$) by the internal resistance R. Therefore, open-circuit-voltage V_{on} of a cell is calculated by (1) type.

[0026]

[Equation 1]

$$\text{開放電圧 } V_{on} = V_n + (R \times I_n) \quad \dots (1)$$

[0027]However, since open-circuit-voltage V_{on} calculated by this open-circuit-voltage operation part 22 is the sum total voltage of n sampling data, in the following averaging operator part 23, it breaks this open-circuit-voltage V_{on} by n, and calculates average open-circuit-voltage V_o .

[0028]Open-circuit-voltage V_o calculated in the averaging operator part 23 by the cell voltage

operation part 24 at the time of the maximum output, From the internal resistance R and maximum power supply W_{\max} for every cell which were presumed by the internal resistance estimating part 21. (2) Calculate battery current I_{\max} at the time of the motor maximum output by a formula, and calculate cell voltage V_{\max} at the time of the motor maximum output by (3) types from this battery current I_{\max} and said internal resistance R further. Maximum power supply W_{\max} for every cell carries out unit conversion of the maximum power supply $W_{\max n}$ (kW) of the battery 1 whole to (W), and it is divided by the number of cells and it calculates it. Maximum power supply $W_{\max n}$ is taken as a value which added the part to the motor maximum output in consideration of efficiency (power loss) in the motor 3 or the motor controller 2.

[0029]

[Equation 2]

$$I_{\max} = \frac{V_o - \sqrt{V_o^2 - 4RW_{\max}}}{2R} \quad \dots (2)$$

$$V_{\max} = V_o - (R \times I_{\max}) \quad \dots (3)$$

[0030](2) A formula is a formula obtained by substituting (3) types for $W_{\max} = I_{\max} \times V_{\max}$ and arranging this as a formula of I_{\max} . And cell voltage V_{\max} at the time of the motor maximum output is calculated by substituting for (3) types I_{\max} calculated by this (2) type, and deducting the voltage drop ($R \times I_{\max}$) by the internal resistance R from open-circuit-voltage V_o .

[0031]On the other hand, in the gain arithmetic part 25, gain G_{\max} which is a ratio of motor maximum output M_{\max} and the motor output limit ML which were set up beforehand is calculated.

[0032]In the cell voltage marginal set part 26, based on gain G_{\max} calculated in the gain arithmetic part 25, it asks for cell voltage corresponding to gain G_{\max} from table data showing a relation of cell voltage and a gain which were set up beforehand, and this cell voltage is set up as a cell voltage marginal VL .

[0033]And in the residual time estimating part 27, two or more cell voltage V_{\max} at the time of the motor maximum output which operates sequentially in the cell voltage operation part 24 at

the time of the maximum output is first plotted to a time series (flake in a figure). Cell voltage V_{\max} at the time of this motor maximum output falls with the passage of time (fall of remaining capacity) like a graphic display, when open-circuit-voltage V_o and the internal resistance R change with a fall of battery (cell) remaining capacity. Then, approximate these plot data with the least square method (solid line in a figure), and. From time T_2 in an intersection with cell voltage marginal VL (dotted line in a figure) set to this approximated solid line by the cell voltage marginal set part 26. Time T_1 when cell voltage V_{\max} is plotted at the time of the newest motor maximum output is deducted, and residual time ΔT_a until cell voltage V_{\max} at the time of the motor maximum output reaches cell voltage marginal VL is presumed.

[0034]That is, this residual time ΔT_a is residual time until cell voltage V_{\max} reaches cell voltage marginal VL, when continuing taking out the motor maximum output.

[0035]In the power generation start stage deciding part 28, residual time ΔT_a and preheating time which were presumed by the residual time estimating part 27 are compared, and if residual time ΔT_a becomes below preheating time, power generation start instructions will be outputted to the engine 9 and the dynamo 10. Time which needs preheating time to heat a catalyst of the catalyst device 17, and time required to warm up the engine 9 are added.

[0036]Before starting power generation, heat a catalyst of the catalyst device 17 to a predetermined temperature beforehand with the heating apparatus 15, and securing such preheating time. By warming up by carrying out the predetermined time drive of the engine 9 by idle rotation, it is for keeping exhaust gas performance of the engine 9 good.

[0037]Although a graphic display was omitted, the highest cell voltage is supervised after a power generation start, and when this highest cell voltage becomes more than prescribed voltage, charge to the battery 1 is stopped.

[0038]As mentioned above, in a power generation controller of a hybrid electric vehicle concerning this embodiment. In the internal resistance estimating part 21, and the open-circuit-voltage operation part 22 and the averaging operator part 23, After calculating the internal resistance R and open-circuit-voltage V_o from minimum cell voltage V_n under run, and battery current I_n , Based on the part resistance R and open-circuit-voltage V_o , cell voltage V_{\max} at the time of the motor maximum output is calculated in the cell voltage operation part 24 at the time of the maximum output among these. And residual time ΔT_a (this is equivalent to battery residual capacity) until cell voltage V_{\max} at the time of this motor maximum output results in cell voltage marginal VL is presumed in the residual time estimating part 27, Based on this

residual time ΔT_a , a power generation start stage is determined in the power generation start stage deciding part 28. A sampling of battery current I_n and minimum cell voltage V_n is always performed during a run, and based on these, residual time ΔT_a is presumed one by one, and is updated.

[0039]For this reason, according to the power generation controller of a hybrid electric vehicle concerning this embodiment. Battery residual capacity (residual time ΔT_a when continuing taking out the motor maximum output, until cell voltage V_{max} at the time of the motor maximum output results in cell voltage marginal VL) is more correctly [than the conventional remaining capacity meter] detectable, And in order to determine a power generation start stage based on this residual time ΔT_a , Moreover, it is not necessary for power generation to be certainly started, before cell voltage V_{max} is set to cell voltage VL, even if it continues running by the motor maximum output, therefore to cause overdischarge of the battery 1, and to reduce power performance of the motor 3.

[0040]In a power generation controller of a hybrid electric vehicle especially built over this embodiment. Since residual time ΔT_a which supervised minimum cell voltage V_n and was presumed based on this minimum cell voltage V_n has determined a power generation start stage, Also when variation in comparatively big voltage is between each cell of the battery 1 and only voltage of the cell concerned is comparatively lower than voltage of other cells in which degradation is earlier than a cell of others [cell / one], for example, the cell concerned can be certainly prevented from serving as overdischarge.

[0041]Therefore, if it says conversely and variation in voltage between cells is small (variation in voltage between cells is generally small), It replaces with minimum cell voltage V_n , terminal voltage of the battery 1 is supervised, and it may be made to presume residual time until battery voltage reaches a battery voltage limit based on this battery voltage and battery current.

[0042]Although it also seems that cell voltage detected with the voltage detection circuits 12 can be used directly, without calculating open-circuit-voltage V_o as mentioned above, since it is as follows, it is necessary to calculate open-circuit-voltage V_o .

[0043]That is, cell voltage detected by the voltage detection circuits 12 is changing according to a run state (motor output change) which changes every moment, and is not fixed. On the other hand, open-circuit-voltage V_o is the static fixed voltage according to battery residual capacity. And as mentioned above, if cell voltage V_{max} to residual time ΔT_a at the time of the motor maximum output is presumed, Even if it continues running by the motor maximum

output by determining a power generation start stage based on this residual time ΔT_a , before cell voltage becomes a voltage limit, power generation can be started certainly, but. It is because it is necessary to calculate cell voltage V_{\max} at the time of the motor maximum output for that purpose and open-circuit-voltage V_o is needed for this calculation.

[0044]Although a case where this invention was applied to a power generation controller of a hybrid electric vehicle above was explained, it cannot limit to this and electromobiles other than a hybrid electric vehicle, etc. can be applied to other devices using a battery. For example, when it applies to an electromobile, residual time ΔT_a which was used as a remaining capacity sensing device and presumed by the residual time estimating part 27 as it is or by converting and displaying on mileage, Before charging a battery in a charge institution, it becomes a rule of thumb which knows which the back can run.

[0045]Reliability can also be improved by constituting a dual system according to concomitant use with the conventional remaining capacity meter.

[0046]

[Effect of the Invention]As mentioned above, as concretely explained with the embodiment of the invention, according to the remaining capacity sensing device of the 1st invention. required battery voltage, when asking for the internal resistance and open circuit voltage of a battery based on battery current and battery voltage and supplying the maximum dissipation to the load of a battery based on such internal resistance and open circuit voltage, [ask for and] In order to presume residual time (this is equivalent to battery residual capacity) until battery voltage falls to prescribed voltage based on this battery voltage when maximum dissipation supply is continued (when the load of a battery is a motor for driving of an electromobile and it continues taking out the motor maximum output), Battery residual capacity is more correctly [than the conventional remaining capacity meter] detectable.

[0047]According to the power generation controller of the hybrid electric vehicle of the 2nd invention. It asks for the internal resistance and open circuit voltage of a battery based on battery current and battery voltage, Based on part resistance and open circuit voltage, it asks for battery voltage required at the time of the motor maximum output among these, When continuing taking out the motor maximum output based on this battery voltage, in order to presume residual time (this is equivalent to battery residual capacity) until battery voltage falls to prescribed voltage, In order to be able to detect battery residual capacity more correctly than the conventional remaining capacity meter, and to drive an engine based on this detection result and to start power generation, Moreover, it is not necessary for power generation to be certainly started, before battery voltage turns into prescribed voltage, even if it continues running by the motor maximum output, therefore to cause the overdischarge of a battery, and to reduce the power performance of a motor.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an outline lineblock diagram of the hybrid electric vehicle provided with the power generation controller concerning an embodiment of the invention.

[Drawing 2]It is a block diagram showing the composition of said power generation controller.

[Drawing 3]It is an explanatory view of the method of determining a power generation start stage based on the battery-residual-capacity surveillance by the conventional remaining capacity meter.

[Drawing 4]It is an explanatory view of the method of determining a power generation start stage based on the conventional motor output surveillance.

[Description of Notations]

- 1 Battery
- 3 Motor
- 6 Control device
- 9 Engine
- 10 Dynamo
- 11 Current detection machine
- 12 Voltage detection circuits
- 21 Internal resistance estimating part
- 22 Open-circuit-voltage operation part
- 23 Averaging operator part
- 24 It is cell voltage operation part at the time of the maximum output.
- 25 Gain arithmetic part
- 26 Cell voltage marginal set part
- 27 Residual time estimating part
- 28 Power generation start stage deciding part

G_{\max} gain

I_n battery current

ML motor output limit

M_{\max} motor maximum output

R Internal resistance.

The V_n minimum cell voltage

V_o open circuit voltage

Cell voltage at the time of V_{\max} motor maximum output

VL Voltage limit

The maximum power supply of $W_{\max n}$ battery

The maximum power supply of W_{\max} each cell

ΔT_a residual time

[Translation done.]

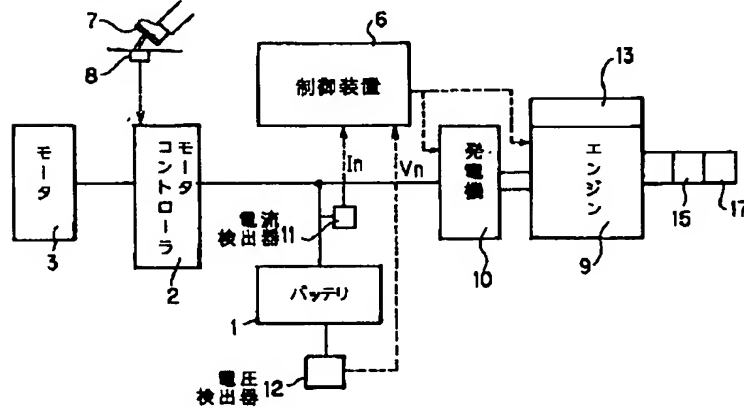
* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

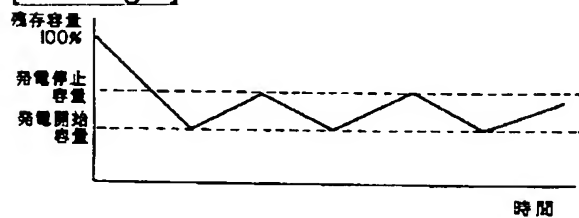
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

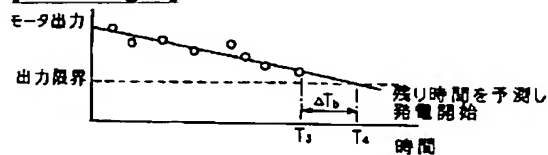
[Drawing 1]



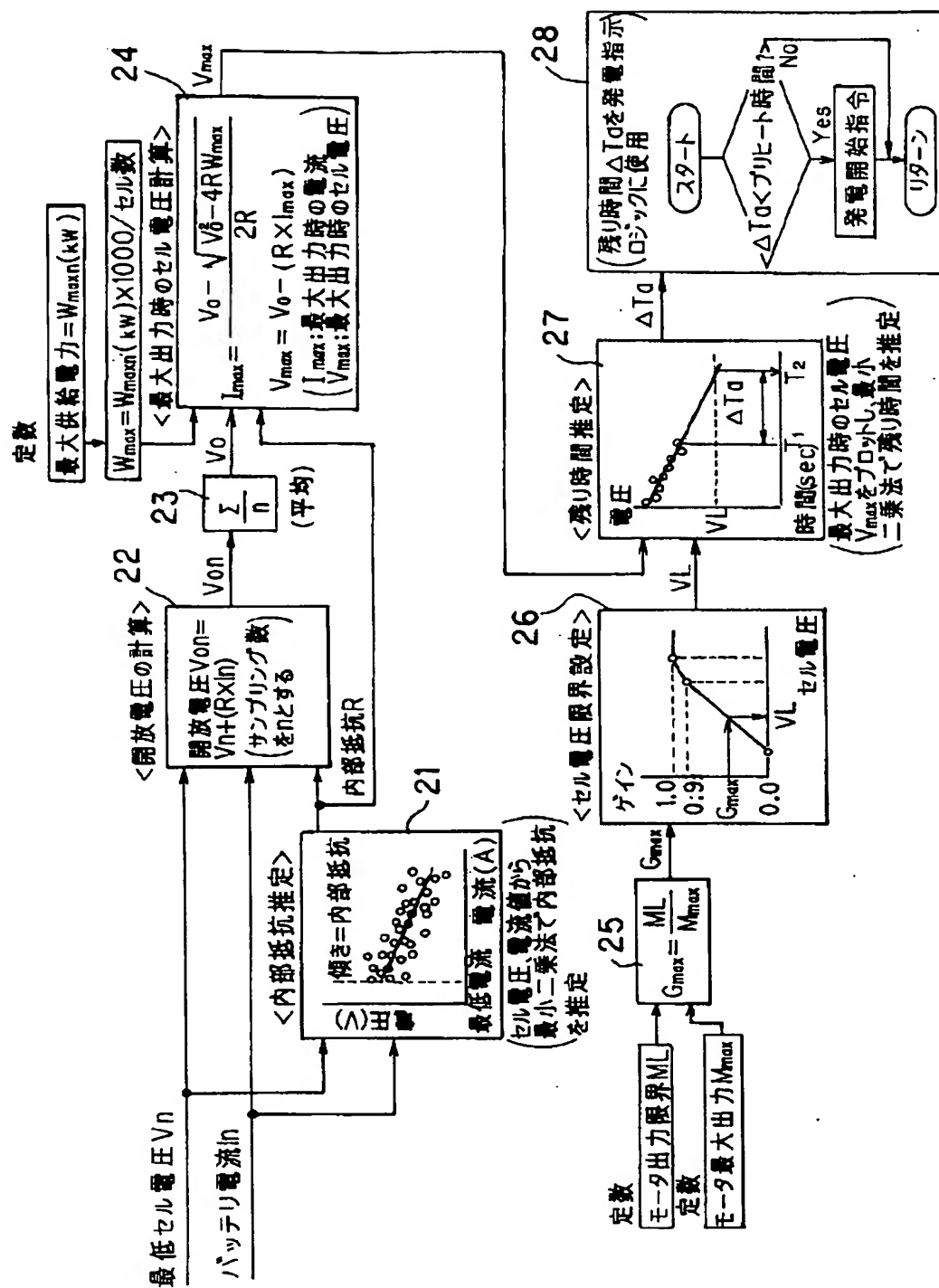
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-271695

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	F I	
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	X
			P
B 6 0 L 3/00		B 6 0 L 3/00	S
G 0 1 R 27/02		G 0 1 R 27/02	R
// G 0 1 R 31/36		31/36	A
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願平9-75034

(22) 出願日 平成9年(1997)3月27日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 半田 和功

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

(72) 発明者 古賀 久光

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

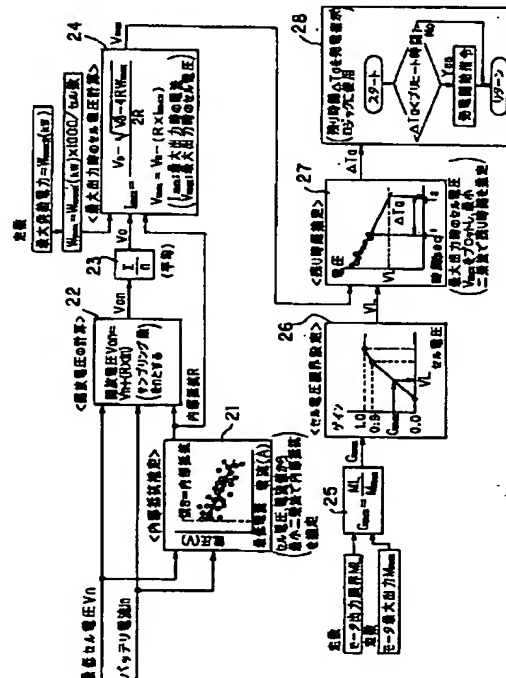
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 バッテリー残存容量検出装置及びハイブリッド電気自動車の発電制御装置

(57) 【要約】

【課題】 バッテリー残存容量を従来の残存容量計よりも正確に検出することができるバッテリー残存容量検出装置を提供し、また、このバッテリー残存容量検出装置を適用してモータの動力性能を低下させることなく適確な時期に発電を開始することができるハイブリッド電気自動車の発電制御装置を提供する。

【解決手段】 バッテリー電流 I_n とバッテリーの最低セル電圧 V_n とに基づいて、当該セルの内部抵抗 R と開放電圧 V_o とを求め、この内部抵抗 R と開放電圧 V_o とに基づいて、モータ最大出力時に必要なバッテリー電圧 V_{max} を求め、そして、このバッテリー電圧 V_{max} に基づいて、モータ最大出力を出し続けたときにバッテリー電圧 V_{max} が電圧限界 V_L に低下するまでの残り時間 ΔT 。(これはバッテリー残存容量に相当する) を推定し、この残り時間 ΔT 。に基づきエンジンを駆動して発電を開始するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリ電流を検出する電流検出手段

と、
 バッテリ電圧を検出する電圧検出手段と、
 前記電流検出手段により検出されたバッテリ電流と前記
 電圧検出手段により検出されたバッテリ電圧とに基づい
 てバッテリの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、
 前記電流検出手段により検出されたバッテリ電流と前記
 電圧検出手段により検出されたバッテリ電圧と前記内部
 抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗とに基づい
 てバッテリの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、
 前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗と
 前記開放電圧演算手段により演算された前記開放電圧と
 に基づいて、バッテリの負荷に最大電力を供給するときに
 必要なバッテリ電圧を演算する電圧演算手段と、
 この電圧演算手段により演算されたバッテリ電圧に基づ
 いて、最大電力供給を続けたときにバッテリ電圧が所定
 電圧に低下するまでの残り時間を推定する残り時間推定
 手段とを備えたことを特徴とするバッテリ残存容量検出
 装置。

【請求項2】 車両の駆動用モータと、このモータに電
 力を供給するバッテリと、このバッテリを充電する発電
 機と、この発電機を駆動するエンジンとを備えたハイブ
 リッド電気自動車の発電制御装置であって、
 バッテリ電流を検出する電流検出手段と、
 バッテリ電圧を検出する電圧検出手段と、
 前記電流検出手段により検出されたバッテリ電流と前記
 電圧検出手段により検出されたバッテリ電圧とに基づい
 てバッテリの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、
 前記電流検出手段により検出されたバッテリ電流と前記
 電圧検出手段により検出されたバッテリ電圧と前記内部
 抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗とに基づい
 てバッテリの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、
 前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗と
 前記開放電圧演算手段により演算された前記開放電圧と
 に基づいて、モータ最大出力時に必要なバッテリ電圧を
 演算する電圧演算手段と、

この電圧演算手段により演算されたバッテリ電圧に基づ
 いて、モータ最大出力を出し続けたときにバッテリ電圧
 が所定電圧に低下するまでの残り時間を推定する残り時
 間推定手段とを備え、

この残り時間推定手段により推定された前記残り時間に
 基づいて前記エンジンを駆動して発電を開始することを
 特徴とするハイブリッド電気自動車の発電制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はバッテリ残存容量検
 出装置及びハイブリッド電気自動車の発電制御装置に関
 し、特にリチウムイオンバッテリなどのように内部抵抗
 が比較的小さくて余り変化せず高性能なバッテリの残存

2

容量を正確に検出する場合に適用して有用なものであ
 る。

【0002】

【従来の技術】ハイブリッド電気自動車では、車両の駆
 動用モータと、このモータに電力を供給するバッテリと
 を備えると共に、このバッテリの残存容量が低下してき
 たときに同バッテリを充電する発電機と、この発電機を
 駆動するエンジンとを備えている。そして、このような
 ハイブリッド電気自動車を含めた各種の電気自動車で
 は、バッテリを充電する前にあとどれだけ走行し続ける
 ことができるのかを検出することが重要であり、この検
 出結果に基づいて、電気自動車では適切な時期に充電施
 設でバッテリの充電を行い、ハイブリッド電気自動車で
 は適切な時期に発電を開始してバッテリの充電を行うこ
 とになる。

【0003】従来、ハイブリッド電気自動車では発電開
 始時期を、バッテリ残存容量計によるバッテリ残存容量
 監視に基づく方法と、モータ出力監視に基づく方法との
 2つの方法によって決定していた。図3は残存容量計に
 よるバッテリ残存容量監視に基づいて発電開始時期を決
 定する方法の説明図、図4はモータ出力監視に基づいて
 発電開始時期を決定する方法の説明図である。

【0004】残存容量計とは、外部充電による満充電時
 のバッテリ容量を100%とし、この100%容量（アン
 ペアアワー：Ah）からバッテリ電流（放電電流）の
 積算値（Ah）を差し引いてバッテリ残存容量を求める
 ものである。そして、この残存容量計によるバッテリ残
 存容量監視に基づく発電開始時期決定方法とは、図3に
 示すように、残存容量計によって求められるバッテリ残
 存容量が時間の経過と共に低下して所定の発電開始容量
 に達したら発電を開始してバッテリを充電し、その後バ
 ッテリ残存容量が増加して所定の発電停止容量に達した
 ら発電を停止するという方法である。

【0005】また、モータ出力監視に基づく発電開始時
 期決定方法とは、モータへの指示出力とモータの実出力
 との比率を演算し、この比率が設定比率以下になつた
 ら、図4に示すように、前記比率演算に用いられたモ
 タの実出力を時系列に複数個プロット（図4中の白点）
 し、これらのプロットデータを最小二乗法により近似
 （図4中の実線）すると共に、この近似した実線とモ
 タの出力限界（図中の点線）との交点における時刻 T_4
 から、モータの最新実出力をプロットしたときの時刻 T_3
 を差し引いて、モータ出力が出力限界に達するまでの
 残り時間 ΔT_0 を推定し、この残り時間 ΔT_0 に基づい
 て発電開始時期を決定するという方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の
 残存容量計によるバッテリ残存容量監視に基づく発電開
 始時期決定方法では、残存容量計によって求めたバッテ
 リ残存容量と実際のバッテリ残存容量との間に差が生じ

易いため、残存容量計で求めたバッテリー残存容量が発電開始容量に至る前に実際のバッテリー残存容量が大きく低下してしまい、後述するトルク抑制によりモータへの指示出力を十分に上げられないこともあって、走行不能に至る可能性がある。

【0007】なお、残存容量計によって求めたバッテリー残存容量と実際のバッテリー残存容量との間に差が生じるのは、バッテリーは化学反応により起電力を発生するものであることから、バッテリーの実際の残存容量とバッテリー端子で検出したバッテリー電流の積算値とは必ずしも対応しないためであると考えられ、特に大電流放電の発生や、発電機の作動及び下り坂でのモータの回生制動（モータの発電機作用）によるバッテリーへの充電によってバッテリーの充放電を繰り返すことなどにより、残存容量計で求めたバッテリー残存容量と実際のバッテリー残存容量との間に差が生じる。更に、バッテリーの劣化によってバッテリー残存容量が低下した場合にも、残存容量計で求めたバッテリー残存容量と実際のバッテリー残存容量との間に差が生じる。

【0008】また、上記のモータ出力監視に基づく発電開始時期決定方法では、バッテリーの過放電を防止するために、バッテリー電圧に応じてモータのトルク抑制をしてモータ出力を低下させる必要があるため、モータの動力性能が低下してしまう。

【0009】即ち、バッテリーによってはモータ出力が出力限界に至るよりも早くバッテリー電圧が大きく低下してしまうことがあり、このようにバッテリー電圧が低下した状態でトルク抑制をすることなく最大出力を発生させようとすると、バッテリー自体は最大電力を供給する能力があるために、バッテリー電圧が使用下限電圧よりも低下し過放電となってバッテリーの損傷を招く虞がある。

【0010】そこで、かかる事態を防止するために、最大出力を発生することができる領域でバッテリー電圧を監視し、このバッテリー電圧が所定の制限電圧よりも低下したら、バッテリー電圧に応じてトルク抑制をし、モータへの指示出力の最大値を低下させ、アクセルペダル7をいっばいに踏んでも制限した出力以上のモータ出力を出ることがないようにした上で、残り時間 T_f を推定しなければならなかった。このため前述の如く、モータの動力性能を低下させてしまうことになる。

【0011】従って、本発明は上記従来技術に鑑み、バッテリー残存容量を従来の残存容量計よりも正確に検出することができるバッテリー残存容量検出装置を提供することを第1の課題とし、このバッテリー残存容量検出装置を適用してモータの動力性能を低下させることなく適確な時期に発電を開始することができるハイブリッド電気自動車の発電制御装置を提供することを第2の課題とする。

【0012】なお、先に発行された特開平6-34727号公報には「電池残存容量計」が開示されている。こ

の電池残存容量計は、電池（バッテリー）の放電電流を検出し、この放電電流が所定値以上であり且つ増加しているという条件が満足されていると判定されたときに、そのときの放電電流及び放電電圧と予め設けられている放電電流及び放電電圧に対する残存容量を示すマップとに基づいてバッテリー残存容量を算出するものであり、鉛バッテリーのように放電により比較的大きく内部抵抗が増加するようなものには有効な手段であるが、リチウムイオンバッテリーなどのように放電によってバッテリー電圧（開放電圧）が比較的にニアに低下するようなものには、本発明が有効であると考えられる。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記第1の課題を解決する本発明のバッテリー残存容量検出装置は、バッテリー電流を検出する電流検出手段と、バッテリー電圧を検出する電圧検出手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリー電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリー電圧とに基づいてバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリー電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリー電圧と前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗とに基づいてバッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗と前記開放電圧演算手段により演算された前記開放電圧とに基づいて、バッテリーの負荷に最大電力を供給するときに必要なバッテリー電圧を演算する電圧演算手段と、この電圧演算手段により演算されたバッテリー電圧に基づいて、最大電力供給を続けたときにバッテリー電圧が所定電圧に低下するまでの残り時間を推定する残り時間推定手段とを備えたことを特徴とする。

【0014】また、上記第2の課題を解決する本発明のハイブリッド電気自動車の発電制御装置は、車両の駆動用モータと、このモータに電力を供給するバッテリーと、このバッテリーを充電する発電機と、この発電機を駆動するエンジンとを備えたハイブリッド電気自動車の発電制御装置であって、バッテリー電流を検出する電流検出手段と、バッテリー電圧を検出する電圧検出手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリー電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリー電圧とに基づいてバッテリーの内部抵抗を推定する内部抵抗推定手段と、前記電流検出手段により検出されたバッテリー電流と前記電圧検出手段により検出されたバッテリー電圧と前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗とに基づいてバッテリーの開放電圧を演算する開放電圧演算手段と、前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗と前記開放電圧演算手段により演算された前記開放電圧とに基づいて、モータ最大出力時に必要なバッテリー電圧を演算する電圧演算手段と、この電圧演算手段により演算されたバッテリー電圧に基づいて、モータ最大出力を出し続けたときにバッテリー電圧が所定電圧に低下するまでの残り時間

を推定する残り時間推定手段とを備え、この残り時間推定手段により推定された前記残り時間に基づいて前記エンジンを駆動して発電を開始することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の実施の形態に係る発電制御装置を備えたハイブリッド電気自動車の概略構成図、図2は前記発電制御装置の構成を示すブロック図である。

【0017】図1に示すように、ハイブリッド電気自動車にはバッテリー1が搭載されており、バッテリー1はモータコントローラ2を介してモータ3に電気的に接続されている。モータ3は図示しない車両の駆動輪に連結されている。従って、このハイブリッド電気自動車は、バッテリー1からモータ3にモータコントローラ2を介して電力が供給され、これによりモータ3が駆動輪を回転駆動して走行する。なお、モータコントローラ2では、運転者によるアクセルペダル7の踏み込み量に応じてアクセル開度センサー8から出力されるアクセル開度によりモータ3への指示出力を設定し、この指示出力に基づいてモータ3の出力を制御する。

【0018】また、このハイブリッド電気自動車にはバッテリー1とモータ3とに電力を供給する発電機10と、この発電機10を駆動するエンジン9とが搭載されている。従ってバッテリー1の残存容量が低下すると、適切な時期（詳細後述）にエンジン9を始動して発電機10の発電を開始し、バッテリー1を充電する。なお、エンジン9にはウォータジャケット13が設けられ、またエンジン9の排気系には排気ガスを浄化する触媒装置17と、この触媒装置17の触媒を加熱する加熱装置（電気ヒータ等）15とが設けられている。

【0019】そして更に、このハイブリッド電気自動車には、電流検出器11と、電圧検出器12と、制御装置6とを備えた本実施の形態に係る発電制御装置が設けられている。

【0020】電流検出器11では、バッテリー電流（バッテリー1からモータ3へ出力される放電電流） I_n を検出し、この検出したバッテリー電流 I_n を制御装置6へ出力する。

【0021】電圧検出器12では、バッテリー1を構成する各セルの端子電圧を検出すると共に、この検出した複数のセル電圧のなかから最低セル電圧 V_n を選択し、こ

$$\text{開放電圧 } V_{on} = V_n + (R \times I_n) \quad \dots (1)$$

【0027】但し、この開放電圧演算部22で演算された開放電圧 V_{on} は n 個のサンプリングデータの合計電圧であるため、次の平均演算部23において、この開放電圧 V_{on} を n で割り、平均の開放電圧 V_o を求める。

【0028】最大出力時セル電圧演算部24では、平均演算部23で演算された開放電圧 V_o と、内部抵抗推定

*の最低セル電圧 V_n を制御装置6へ出力する。なお、バッテリー1は複数のモジュールから構成され且つ各モジュールは複数のセルから構成されており、バッテリー1を構成する最小単位がセルである。

【0022】制御装置6では、電流検出器11から入力したバッテリー電流 I_n と、電圧検出器12から入力した最低セル電圧 V_n と、予め設定されている各種の定数とに基づいて、発電機10の発電開始時期を決定する。以下、図2に基づいて、この制御装置6における処理内容を詳細に説明する。

【0023】図2に示すように、制御装置6ではまず、内部抵抗推定部21において、電流検出器11と電圧検出器12とにより走行中に検出されたバッテリー電流 I_n と最低セル電圧 V_n とに基づいて、当該セルの内部抵抗 R を推定する。

【0024】即ち、所定のサンプリング周期で n 個のバッテリー電流 I_n と最低セル電圧 V_n とをサンプリングし、これらのバッテリー電流 I_n と最低セル電圧 V_n との関係を表す n 個のデータをプロット（図中の白点）した後、これらのプロットデータを最小二乗法によって近似（図中の実線）し、この近似した実線の傾きを当該セルの内部抵抗 R とする。つまり、バッテリー電流 I_n が増すと内部抵抗 R による電圧降下が増して最低セル電圧 V_n が低下するため、バッテリー電流 I_n と最低セル電圧 V_n との関係は図示の如く右下がりの特性となり、この傾きが内部抵抗 R を表すことになる。

【0025】続いて、開放電圧演算部22では、内部抵抗推定部21で推定された内部抵抗 R と、前記 n 個のバッテリー電流 I_n 及び最低セル電圧 V_n とから、(1)式によって当該セルの開放電圧 V_{on} を演算する。即ち、最低セル電圧 V_n に、内部抵抗 R による電圧降下 $(R \times I_n)$ を加算して開放電圧 V_{on} を求める。なお、セルの開放電圧とはセル（バッテリー1）に負荷がかかっていないとき（モータ3が停止しているとき）のセル端子電圧（セルの起電力に相当する）であり、セル（バッテリー1）に負荷がかかれば（モータ3を回転させれば）モータ出力に応じたバッテリー電流（負荷電流） I_n が流れて、内部抵抗 R による電圧降下 $(I_n \times R)$ により、セル端子電圧は開放電圧よりも低下する。従って、(1)式によりセルの開放電圧 V_{on} が求められる。

【0026】

【数1】

部21で推定された内部抵抗 R と、各セル毎の最大供給電力 W_{max} とから、(2)式によってモータ最大出力時のバッテリー電流 I_{max} を演算し、更にこのバッテリー電流 I_{max} と前記内部抵抗 R とから、(3)式によってモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} を演算する。なお、各セル毎の最大供給電力 W_{max} は、バッテリー1全体の最大供

給電力 W_{max} (kW) を (W) に単位換算し、且つセル数で割って求める。また、最大供給電力 W_{max} はモータ最大出力に、モータ3やモータコントローラ2における効率(電力損失)を考慮してその分を加算した値として*

$$I_{max} = \frac{V_o - \sqrt{V_o^2 - 4RW_{max}}}{2R} \dots (2)$$

$$V_{max} = V_o - (R \times I_{max}) \dots (3)$$

【0030】(2)式は、 $W_{max} = I_{max} \times V_{max}$ に(3)式を代入し、これを I_{max} の式として整理することにより得られる式である。そして、この(2)式により求めた I_{max} を(3)式に代入し、開放電圧 V_o から内部抵抗 R による電圧降下($R \times I_{max}$)を差し引くことによって、モータ最大出力時のセル電圧 V_{max} を求めている。

【0031】一方、ゲイン演算部25では、予め設定されたモータ最大出力 M_{max} とモータ出力限界 ML との比であるゲイン G_{max} を演算する。

【0032】セル電圧限界設定部26では、ゲイン演算部25で演算されたゲイン G_{max} に基づき、予め設定されたセル電圧とゲインとの関係を表すテーブルデータからゲイン G_{max} に対応するセル電圧を求め、このセル電圧をセル電圧限界 VL として設定する。

【0033】そして、残り時間推定部27ではまず、最大出力時セル電圧演算部24において順次演算されるモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} を時系列に複数個プロット(図中の白点)する。このモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} は、バッテリー(セル)残存容量の低下に伴って開放電圧 V_o や内部抵抗 R が変化することにより、図示の如く時間の経過(残存容量の低下)と共に低下する。そこで、これらのプロットデータを最小二乗法により近似(図中の実線)すると共に、この近似した実線とセル電圧限界設定部26で設定されたセル電圧限界 VL (図中の点線)との交点における時刻 T_2 から、最新のモータ最大出力時セル電圧 V_{max} をプロットしたときの時刻 T_1 を差し引いて、モータ最大出力時のセル電圧 V_{max} がセル電圧限界 VL に達するまでの残り時間 ΔT を推定する。

【0034】つまり、この残り時間 ΔT はモータ最大出力を出し続けるとした場合に、セル電圧 V_{max} がセル電圧限界 VL に達するまでの残り時間である。

【0035】発電開始時期決定部28では、残り時間推定部27で推定された残り時間 ΔT とプリヒート時間とを比較し、残り時間 ΔT がプリヒート時間以下になったらエンジン9及び発電機10に発電開始指令を出力

*いる。

【0029】

【数2】

する。プリヒート時間とは触媒装置17の触媒を加熱するのに必要な時間と、エンジン9を暖機するのに必要な時間とを加算したものである。

【0036】このようなプリヒート時間を確保するのは、発電を開始する前に、触媒装置17の触媒を加熱装置15によって予め所定の温度に加熱しておくと共に、エンジン9をアイドル回転で所定時間駆動して暖機運転を行うことにより、エンジン9の排気ガス性能を良好に保つためである。

【0037】なお、図示は省略したが、発電開始後には最高セル電圧を監視し、この最高セル電圧が所定電圧以上になった時点でバッテリー1への充電を止める。

【0038】以上のように、本実施の形態に係るハイブリッド電気自動車の発電制御装置では、内部抵抗推定部21と、開放電圧演算部22及び平均演算部23とにおいて、走行中の最低セル電圧 V_n とバッテリー電流 I_n とから内部抵抗 R と開放電圧 V_o とを求めた後、これらの内部抵抗 R と開放電圧 V_o とに基づき、最大出力時セル電圧演算部24においてモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} を求める。そして、このモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} がセル電圧限界 VL に至るまでの残り時間 ΔT (これはバッテリー残存容量に相当する)を残り時間推定部27において推定し、この残り時間 ΔT に基づき、発電開始時期決定部28において発電開始時期を決定する。なお、バッテリー電流 I_n 及び最低セル電圧 V_n のサンプリングは走行中常時行い、これらに基づいて残り時間 ΔT を順次推定し更新する。

【0039】このため、本実施の形態に係るハイブリッド電気自動車の発電制御装置によれば、従来の残存容量計よりも正確にバッテリー残存容量(モータ最大出力を出し続けたときにモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} がセル電圧限界 VL に至るまでの残り時間 ΔT)を検出することができ、そして、この残り時間 ΔT に基づいて発電開始時期を決定するため、モータ最大出力で走り続けてもセル電圧 V_{max} がセル電圧 VL になる前に確実に発電を開始することができ、従ってバッテリー1の過放電を招くことがなく、しかもモータ3の動力性能を低下さ

せる必要がない。

【0040】特に、本実施の形態に係るハイブリッド電気自動車の発電制御装置では、最低セル電圧 V_n を監視し、この最低セル電圧 V_n に基づいて推定した残り時間 ΔT により発電開始時期を決定しているため、バッテリー1の各セル間に比較的大きな電圧のバラツキがある場合、例えば1つのセルだけが他のセルよりも劣化が早くて当該セルの電圧だけが他のセルの電圧よりも比較的低いような場合にも、当該セルが過放電となるのを確実に防止することができる。

【0041】従って逆にいえば、セル間の電圧のバラツキが小さければ（一般にセル間の電圧のバラツキは小さい）、最低セル電圧 V_n に代えてバッテリー1の端子電圧を監視し、このバッテリー電圧とバッテリー電流とに基づいて、バッテリー電圧がバッテリー電圧限界に達するまでの残り時間を推定するようにしてもよい。

【0042】なお、上記のように開放電圧 V を求めず、電圧検出器12で検出したセル電圧を直接利用することもできるように思われるが、次のような理由から開放電圧 V を求める必要がある。

【0043】即ち、電圧検出器12によって検出されるセル電圧は時々刻々変化する走行状態（モータ出力変化）に応じて変化しており一定していない。これに対して、開放電圧 V はバッテリー残存容量に応じた一定の静電的な電圧である。そして、上記のように、モータ最大出力時のセル電圧 V_{max} から残り時間 ΔT を推定すれば、この残り時間 ΔT に基づいて発電開始時期を決定することにより、モータ最大出力で走り続けてもセル電圧が電圧限界になる前に確実に発電を開始することができることになるが、そのためにはモータ最大出力時のセル電圧 V_{max} を計算する必要があり、この計算には開放電圧 V が必要となるためである。

【0044】また、上記では本発明をハイブリッド電気自動車の発電制御装置に適用した場合について説明したが、これに限定するものではなく、ハイブリッド電気自動車以外の電気自動車等、バッテリーを用いた他の装置にも適用することができる。例えば電気自動車に適用した場合には、残存容量検出装置として利用し、残り時間推定部27で推定した残り時間 ΔT をそのまま、或いは走行距離に換算して表示することにより、充電施設でバッテリーを充電する前にあとどれだけ走行することができるかを知る目安となる。

【0045】また、従来の残存容量計との併用によって2重系を構成することにより、信頼性を高めることもできる。

【0046】

【発明の効果】以上、発明の実施の形態と共に具体的に説明したように、第1の発明の残存容量検出装置によれば、バッテリー電流とバッテリー電圧とに基づいて、バッテリーの内部抵抗と開放電圧とを求め、これらの内部抵抗と

開放電圧とに基づいて、バッテリーの負荷に最大電力を供給するときに必要なバッテリー電圧を求め、そして、このバッテリー電圧に基づいて、最大電力供給を続けたときに（バッテリーの負荷が電気自動車の駆動用モータである場合にはモータ最大出力を出し続けたときに）バッテリー電圧が所定電圧に低下するまでの残り時間（これはバッテリー残存容量に相当する）を推定するため、従来の残存容量計よりも正確にバッテリー残存容量を検出することができる。

10 【0047】また、第2の発明のハイブリッド電気自動車の発電制御装置によれば、バッテリー電流とバッテリー電圧とに基づいて、バッテリーの内部抵抗と開放電圧とを求め、これらの内部抵抗と開放電圧とに基づいて、モータ最大出力時に必要なバッテリー電圧を求め、このバッテリー電圧に基づいて、モータ最大出力を出し続けたときにバッテリー電圧が所定電圧に低下するまでの残り時間（これはバッテリー残存容量に相当する）を推定するため、従来の残存容量計よりも正確にバッテリー残存容量を検出することができ、そして、この検出結果に基づきエンジンを駆動して発電を開始するため、モータ最大出力で走り続けてもバッテリー電圧が所定電圧になる前に確実に発電を開始することができ、従ってバッテリーの過放電を招くことがなく、しかもモータの動力性能を低下させる必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る発電制御装置を備えたハイブリッド電気自動車の概略構成図である。

【図2】前記発電制御装置の構成を示すブロック図である。

30 【図3】従来の残存容量計によるバッテリー残存容量監視に基づいて発電開始時期を決定する方法の説明図である。

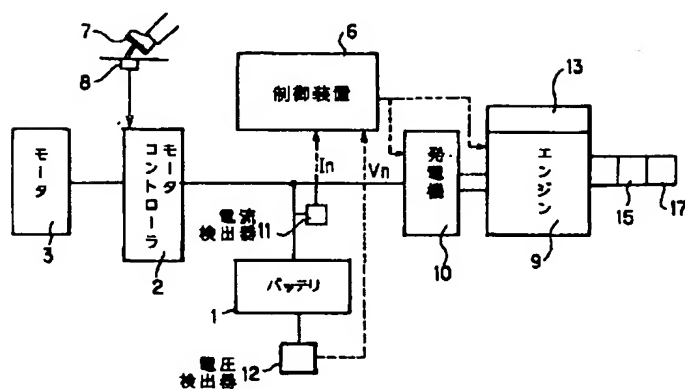
【図4】従来のモータ出力監視に基づいて発電開始時期を決定する方法の説明図である。

【符号の説明】

- 1 バッテリー
- 3 モータ
- 6 制御装置
- 9 エンジン
- 40 10 発電機
- 11 電流検出器
- 12 電圧検出器
- 21 内部抵抗推定部
- 22 開放電圧演算部
- 23 平均演算部
- 24 最大出力時セル電圧演算部
- 25 ゲイン演算部
- 26 セル電圧限界設定部
- 27 残り時間推定部
- 50 28 発電開始時期決定部

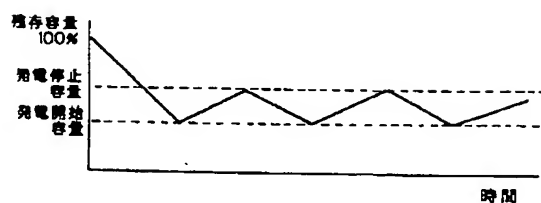
G_{max} ゲイン
 I_n バッテリ電流
 ML モータ出力限界
 M_{max} モータ最大出力
 R 内部抵抗
 V_n 最低セル電圧

【図1】

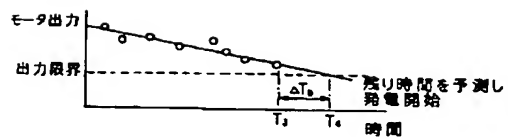


V_o 開放電圧
 V_{max} モータ最大出力時のセル電圧
 V_L 電圧限界
 W_{maxn} バッテリの最大供給電力
 W_{max} 各セルの最大供給電力
 ΔT_s 残り時間

【図3】



【図4】



【図2】

